

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

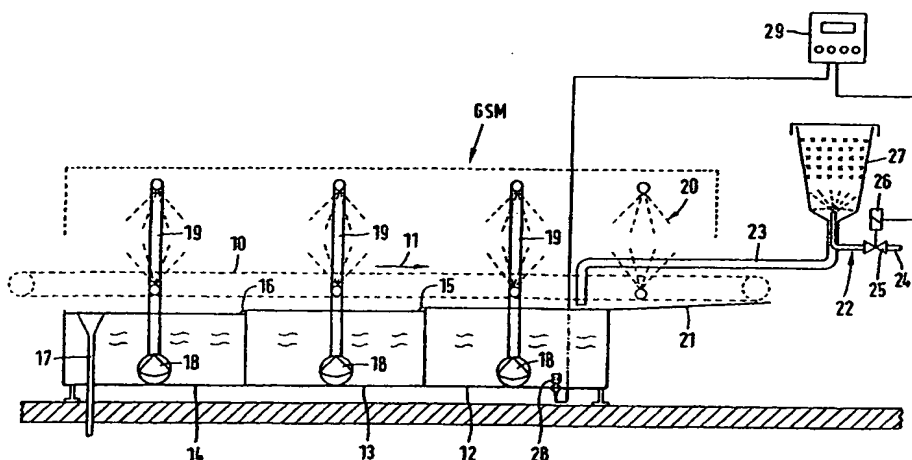
(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : A47L 15/44		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/26704
		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:	25. Juni 1998 (25.06.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP97/06888		(81) Bestimmungsstaaten: CA, JP, NO, NZ, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(22) Internationales Anmeldedatum: 10. Dezember 1997 (10.12.97)		<b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.          Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	
(30) Prioritätsdaten: 196 52 733.3 18. Dezember 1996 (18.12.96) DE			
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): LANG APPARATEBAU GMBH [DE/DE]; Raiffeisenstrasse 7, D-83309 Siegsdorf (DE).			
(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HELMINGER, Karl [DE/DE]; Ulrichshögl 6, D-83404 Ainring (DE).			
(74) Anwalt: STEVERMANN, Birgit; Henkel KGaA, Patente (TTP), D-40191 Düsseldorf (DE).			

(54) Title: DOSING METHOD FOR ADDING DETERGENT TO A DISHWASHING MACHINE

(54) Bezeichnung: DOSIERVERFAHREN ZUM ZUFÜHREN EINES REINIGERS ZU EINER GESCHIRRSPÜLMASCHINE

## (57) Abstract

The invention relates to a commercial dishwashing machine, where the detergent added to the first wash tank (12) of the wash section is controlled by a regulator (29) which controls a dosing device (22). Said regulator (29) is a fuzzy regulator, which in a learning phase determines characteristic influencing values of the system to be regulated. In the learning phase, detergent is continuously added to the wash tank (12) for a predefined period. From this, the change in the water's conductivity over that period is determined. In the subsequent operating phase, the extent to which the conductivity measured deviates from the set value is determined. Dosing takes place by fuzzy regulation dependent on the set value deviation, on the basis of the measured influencing values as fuzzy variable. Because in the learning phase all the influencing values of the dishwashing machine, dosage device and detergent are taken into account, dosing is automatically optimally adjusted to prevailing conditions.



## (57) Zusammenfassung

Bei einer gewerblichen Geschirrspülmaschine GSM erfolgt die Zufuhr von Reiniger in den ersten Reinigungstank (12) der Reinigungsstrecke unter Steuerung durch einen Regler (29), der eine Dosiervorrichtung (22) steuert. Der Regler (29) ist ein Fuzzy-Regler, der in einer Lernphase charakteristische Einflußgrößen der Regelstrecke ermittelt. In der Lernphase wird kontinuierlich über einen vorbestimmten Zeitraum Reiniger in den Reinigungstank (12) zu dosiert und es wird die sich daraus ergebende Antwort des zeitlichen Verlaufs der Leitfähigkeit ermittelt. In der nachfolgenden Betriebsphase wird die Sollwertabweichung der gemessenen Leitfähigkeit ermittelt und die Dosierung erfolgt durch Fuzzy-Regelung in Abhängigkeit von der Sollwertabweichung auf der Basis der ermittelten Einflußgrößen als Fuzzy-Variablen. Dadurch, daß in der Lernphase alle Einflußgrößen der Geschirrspülmaschine, der Dosiervorrichtung und des Reinigers berücksichtigt werden, erfolgt eine automatische Optimierung an die jeweils vorliegenden Verhältnisse.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

### Dosierverfahren zum Zuführen eines Reinigers zu einer Geschirrspülmaschine

Die Erfindung betrifft ein Dosierverfahren zum Zuführen eines Reinigers zu einer Geschirrspülmaschine, die aufweist: mindestens einen Reinigungstank, einen im Reinigungstank angeordneten Leitfähigkeits-Meßwertgeber, eine Sprühhvorrichtung mit Rückführung der versprühten Reinigungslösung in den Reinigungstank sowie eine den Reiniger in den Reinigungstank eingebende Dosiervorrichtung.

Die Geschirrspülmaschine, für die das Dosierverfahren der vorliegenden Erfindung bestimmt ist, ist eine sogenannte gewerbliche Geschirrspülmaschine GSM, die z.B. in Großküchen Verwendung findet. Solche Geschirrspülmaschinen weisen mindestens einen Reinigungstank auf, der Wasser enthält. Wasser aus dem Reinigungstank wird von einer Pumpe einer Sprühhvorrichtung zugeführt, welche das Wasser oberhalb des Reinigungstank auf das zu spülende Geschirr versprüht, wobei das Wasser anschließend in den Reinigungstank zurückfällt. Dem Wasser des Reinigungstanks wird von einer Dosiervorrichtung ein Reinigungsmittel zugeführt. Die Dosiervorrichtung wird von einem Regler in Abhängigkeit von der Konzentration des Reinigungsmittels im Reinigungstank geregelt. Diese Konzentration wird von einem

Leitfähigkeits-Meßwertgeber ermittelt. Hierbei wird der Umstand ausgenutzt, daß - konstante Temperaturen vorausgesetzt - eine weitgehende Proportionalität zwischen der Konzentration des Reinigers und der daraus resultierenden Leitfähigkeit des Wassers vorhanden ist. Der Leitfähigkeitsregler vergleicht den vom Meßwertgeber gelieferten Meßwert mit einem vorgegebenen Sollwert und aktiviert bei Unterschreitung des Sollwerts ein Dosierventil oder eine Dosierpumpe. Ist der Sollwert wieder erreicht, wird das Dosierventil bzw. die Dosierpumpe abgeschaltet.

Die Regelung der Zudosierung des Reinigers wird von einer Vielzahl von Parametern beeinflusst, beispielsweise von der Bauart und Größe der Geschirrspülmaschine, von Art und Beschaffenheit des jeweiligen Reinigers sowie der Wassertemperatur. Insbesondere ist auch die Totzeit zu berücksichtigen, d.h. die Zeit zwischen dem Beginn der Zudosierung des Reinigers und dem Wirksamwerden der Zudosierung durch Erhöhung der Leitfähigkeit. Hierbei spielt auch die Intensität der Durchmischung eine wesentliche Rolle. Einflußgrößen, die die Konzentrationsregelung beeinflussen, sind mechanische Einflüsse wie Positionierung der Reiniger-Dosierstelle, Positionierung der Leitfähigkeits-Meßzelle im Reinigungstank, Länge der Ausspülleitung bei pulverförmigen Reiniger, Strömungsverhältnisse in der Waschflotte, sowie chemische Einflüsse wie Löslichkeit des Reinigerprodukts, Leitfähigkeits-/Konzentrationsverhalten des Reinigerprodukts. Wegen der Vielzahl der Einflußgrößen ist die Einhaltung der Konzentration des Reinigers auf einem gewünschten Sollwert außerordentlich schwierig. Mit den üblichen Dosier- und Regelverfahren ist die Einhaltung einer konstanten Reinigerkonzentration im Reinigungstank unter ungünstigen Bedingungen nicht möglich. So ist beispielsweise damit zu rechnen, daß der

gewünschte Sollwert entweder nur sehr langsam erreicht wird oder aber größere Überkonzentrationen auftreten. Selbst wenn eine Optimierung der Regelung mit einem sehr aufwendigen Regler gelingt, ergeben sich bei geringsten Veränderungen an der Geschirrspülmaschine oder bei Verwendung eines anderen Reinigers völlig andere Regelungskriterien, so daß eine einmal eingestellte Regelung völlig verändert werden müßte. Eine exakte Zudosierung des Reinigers und eine möglichst genaue Einhaltung der Soll-Konzentration sind aber Voraussetzung für einen qualitativ hochwertigen Spülbetrieb der Geschirrspülmaschine bei geringstem Verbrauch von Reiniger.

In der Regelungstechnik sind außer den klassischen deterministischen Regelverfahren auch "unscharfe" Regelungsverfahren bekannt, bei denen die Eingangsgrößen als sogenannte linguistische Variablen klassifiziert werden, die beispielsweise Zustände wie "groß", "mittel" oder "klein" einnehmen können. Bei dieser Fuzzy-Regelung definieren Zugehörigkeitsfunktionen für die gemessenen Größen die Zugehörigkeitswerte zu diesen unscharfen Mengen. In einem Regelwerk werden Verknüpfungen (WENN ... DANN ... - Regeln) im Sinne der unscharfen Logik vorgenommen. Das Resultat einer jeden Regel ist wiederum eine unscharfe Aussage über die auszugebende Größe (Stellgröße). Durch Defuzzifizierung wird aus dieser unscharfen Beschreibung ein Zahlenwert gewonnen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Dosierverfahren zum Zuführen eines Reinigers zu einer Geschirrspülmaschine zu schaffen, bei dem erreichbare Dosiergenauigkeit wesentlich höher ist als bei herkömmlichen Reglern.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen.

Das erfindungsgemäße Dosierverfahren beruht auf der Anwendung der Fuzzy-Logik, die mit heuristischen, unscharf formulierten, Regeln arbeitet. Dabei wird zunächst in einer Lernphase über einen vorbestimmten Zeitraum Reiniger in den Reinigungstank zu dosiert. Aus der sich aus der Zudosierung ergebenden Systemantwort werden charakteristische Einflußgrößen der Regelstrecke gewonnen. Die Antwort besteht aus einer Leitfähigkeitskurve, die sich aufgrund der einmaligen Zudosierung einstellt. Es ist gewissermaßen die Sprungantwort der Regelstrecke. Aus ihr werden bestimmte Einflußgrößen bestimmt, beispielsweise die Totzeit, die Konzentrationsänderung, die Ausgleichsgeschwindigkeit und/oder die Meßwertänderung. Diese Einflußgrößen der Regelstrecke werden in der nachfolgenden Betriebsphase als heuristische Variable, also als unscharfe Parameter der Regelstrecke, im Rahmen einer Fuzzy-Regelung verarbeitet. Bei der Fuzzy-Regelung, die während der nachfolgenden Betriebsphase erfolgt, wird nur der Leitfähigkeitsmeßwert bzw. die Sollwertabweichung als Meßgröße verwandt, während die übrigen Einflußgrößen aus der vorhergehenden Lernphase stammen.

Infolge der Lernphase werden sämtliche Einflußgrößen der gesamten Regelstrecke, einschließlich derjenigen des Meßwertgebers, der Dosiervorrichtung und des Reglers mitberücksichtigt.

Vorzugsweise wird eine neue Lernphase immer dann durchgeführt, wenn während der Betriebsphase die Sollwertabweichung über eine



vorgegebene Mindestzeit einen Grenzwert übersteigt. In diesem Fall wird angenommen, daß die in der Lernphase durchgeführte Bewertung der Einflußgrößen nicht mehr stimmt und neu durchgeführt werden muß.

Im folgenden werden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer gewerblichen Geschirrspülmaschine,

Fig. 2 ein exemplarisches Beispiel einer Antwort des zeitlichen Verlaufs der Leitfähigkeit während der Lernphase,

Fig. 3 eine schematische Darstellung des Fuzzy-Reglers, und

Fig. 4 eine andere Ausführungsform des Dosierteils einer Geschirrspülmaschine, die mit flüssigem Reiniger betrieben wird.

Die in Figur 1 dargestellte gewerbliche Geschirrspülmaschine GSM weist eine Förderstrecke 10 auf, die das zu reinigende Geschirr in Richtung des Pfeiles 11 transportiert. Die Förderstrecke 10 besteht aus einem über Walzen laufenden Förderband, das wasserdurchlässig ist. Unter der Förderstrecke 10 befinden sich ein erster Reinigungstank 12, ein zweiter Reinigungstank 13 und ein dritter Reinigungstank 14, die nach Art einer Kaskade angeordnet sind, wobei das Wasser aus dem ersten Reinigungstank 12 über

einen Überlauf 15 in den zweiten Reinigungstank 13 überläuft. Aus dem zweiten Reinigungstank 13 läuft das Wasser über einen Überlauf 16 in den dritten Reinigungstank 14 über und von diesem wird das Wasser in einen Ablauf 17 hinein abgeführt. Die Laufrichtung des Wassers ist gegenläufig zu der Transportrichtung 11 der Förderstrecke 10.

In jedem Reinigungstank 12,13,14 ist eine Tauchpumpe 18 angeordnet, die das Wasser aus diesem Reinigungstank zu einer Sprühvorrichtung 19 pumpt, welche das Wasser auf das auf der Transportvorrichtung 10 liegende Geschirr versprüht. Die Sprühvorrichtung 19 ist oberhalb des oben offenen Reinigungstanks angeordnet, so daß das von ihr versprühte Wasser in den Reinigungstank zurückfällt.

Über dem Endabschnitt des Förderers 10 ist eine Nachspülvorrichtung 20 angeordnet, die Frischwasser, welches aus keinem der Reinigungstanks stammt, auf das Geschirr versprüht. Unterhalb der Nachspülvorrichtung 20 befindet sich ein schräges Ablaufblech 21, welches das Frischwasser auffängt und in den ersten Reinigungstank 12 leitet. Die Schmutzfracht des Wassers vergrößert sich vom ersten Reinigungstank 12 bis zum dritten Reinigungstank 14 ständig.

In den ersten Reinigungstank 12 wird von einer Dosiervorrichtung 22 über eine Dosierleitung 23 Reiniger eingeführt. Die Dosiervorrichtung 22 ist an eine Wasserleitung 24 angeschlossen und enthält ein Ventil 25, das von einem Elektromagneten 26 geöffnet werden kann, um Frischwasser in einen Pulverbehälter 27 einzuführen. Der Pulverbehälter 27 enthält pulverförmigen Reiniger, der in dem

einströmenden Wasser gelöst wird. Der Auslaß des Pulverbehälters 27 ist an die Dosierleitung 23 angeschlossen. Wenn das Ventil 25 für eine bestimmte Zeit geöffnet wird, strömt eine vorbestimmte Wassermenge in den Pulverbehälter 27, wodurch eine entsprechende Menge des Reinigers gelöst und in die Dosierleitung 23 eingeführt wird.

Die Reinigerkonzentration in dem Wasser, das sich im ersten Reinigungstank 12 befindet, wird von einem Leitfähigkeits-Meßwertgeber 28 ermittelt, der in dem ersten Reinigungstank 12 angeordnet ist und die Leitfähigkeit des Wassers mißt. Es besteht weitgehende Proportionalität zwischen der Reinigerkonzentration im Wasser und der gemessenen Leitfähigkeit. Das elektrische Ausgangssignal des Meßwertgebers 28 wird einem Regler 29 zugeführt, der in Abhängigkeit vom Meßwert den Elektromagneten 26 des Ventils 25 betätigt. Das Ventil 25 wird nur im Ein-Aus-Betrieb betrieben.

In Figur 2 ist ein Beispiel einer Antwort des Meßsignals  $x$  des Meßwertgebers 28 auf einen Dosierimpuls  $I$  dargestellt, der von der Dosiervorrichtung 22 erzeugt wurde und bei dem über eine vorbestimmte Zeit  $t_v$  das Ventil 25 geöffnet wurde, um dem Reinigungstank 12 Reiniger zuzuführen. Zunächst verstreicht eine Totzeit  $T_t$ , die vergeht, bevor der Reiniger irgendwelche Auswirkungen an dem Meßwertgeber 28 hervorruft. Diese Totzeit berücksichtigt das Öffnungsverhalten des Ventils 25, die Dauer der Lösung des pulverförmigen Reinigers im Pulverbehälter 27 und die Laufzeit der flüssigen Reinigerlösung in der Dosierleitung 23. Bei A der Antwortkurve ist die Totzeit  $T_t$  beendet und es beginnt ein zunächst steiler Anstieg der Leitfähigkeit bis zu einem Punkt B, bei

dem der Meßwert  $x_B$  beträgt. Diese Spitze kann darauf zurückzuführen sein, daß der in den Reinigungstank 12 gelangende Reiniger zunächst in die Nähe des Meßwertgebers 28 gelangt, bevor er sich in dem Bad verteilt. Danach erfolgt ein Abfall des Meßwertes auf einen Punkt C und schließlich wieder ein langsamer asymptotischer Anstieg auf den Gleichgewichtswert D, der das letzte Maximum der Kurve darstellt. Dieser Anstieg ist darauf zurückzuführen, daß während der Mischzeit  $T_M$  im Anschluß an die Totzeit  $T_t$  eine Durchmischung in dem Reinigungstank erfolgt. Die Differenz zwischen dem Meßwert  $x_D$  zum Zeitpunkt D und dem Meßwert  $x_A$  zum Zeitpunkt des Beginns des Wirksamwerdens der Zudosierung wird als Konzentrationsänderung KD bezeichnet. Die Ausgleichgeschwindigkeit wird durch die Zeit  $T_M$  zwischen den Punkten A und D der Antwortkurve bestimmt.

Ferner wird die Meßwertänderung MD ermittelt. Die Meßwertänderung wird durch die Steigung der Antwortkurve zwischen den Punkten A und B bestimmt.

Im Anschluß an das letzte Maximum der Antwortkurve im Punkt D erfolgt eine Verdünnung der Reinigungsflotte durch das Wasser, das durch die Nachspülvorrichtung 20 oder durch einen anderen Wasserzulauf in den Reinigungstank 12 gelangt. Dieser Wasserzulauf erfolgt kontinuierlich sowohl während der Lernphase als auch während der Betriebsphase. Die Verdünnungsgeschwindigkeit VV wird durch den Gradienten des Abfalls der Antwortkurve im Anschluß an Punkt D bestimmt. Während der Lernphase sind auch die Tauchpumpe 18 und die Sprühhvorrichtung 19 in Betrieb.

Die während der Lernphase aus der Antwortkurve ermittelten Einflußgrößen sind also die folgenden:

Totzeit  $T_t$   
Ausgleichsgeschwindigkeit  $MV$   
Meßwertänderung  $MD$   
Konzentrationsänderung  $KD$   
Verdünnungsgeschwindigkeit  $VV$ .

Diese Einflußgrößen werden in dem Regler 15 gespeichert und verarbeitet.

In Figur 3 ist der Regler 29 schematisch dargestellt. Es handelt sich um einen Fuzzy-Regler, in welchem eine Fuzzifizierung der oben erläuterten Einflußgrößen vorgenommen wird. Hierzu wurden für jede Einflußgröße bestimmte Zugehörigkeitsfunktionen  $MF$  festgelegt. Diese sind Dreieckskurven oder Trapezkurven, die die verschiedenen Bereiche der Werte der Einflußgrößen in semantische Begriffe wie "sehr hoch", "hoch", "mittel", "niedrig" und "sehr niedrig" unterteilen. In der Lernphase wird für den ermittelten Wert der Einflußgröße der entsprechende Zugehörigkeitswert in der Zugehörigkeitsfunktion  $MF$  ermittelt. Eine Interferenz-Stufe enthält verschiedene "WENN..., DANN ..."-Verknüpfungen der verschiedenen Einflußgrößen und schließlich erfolgt eine Defuzzifizierung, bei der das Steuersignal für die Dosiervorrichtung 22 erzeugt wird.

Im einzelnen werden die linguistischen Eingangsvariablen bei diesem Beispiel wie folgt definiert:

**Regel 1: Totzeit ( $T_t$ )**

Wenn Zeit zwischen Dosiervorgang und erster Leitfähigkeitsänderung an der Meßzelle  $> 12$  sec, dann Totzeit = sehr lang.

Wenn Zeit zwischen Dosiervorgang und erster Leitfähigkeitsänderung an der Meßzelle  $> 7 < 12$  sec, dann Totzeit = lang.

Wenn Zeit zwischen Dosiervorgang und erster Leitfähigkeitsänderung an der Meßzelle  $> 4 < 7$  sec, dann Totzeit = mittel.

Wenn Zeit zwischen Dosiervorgang und erster Leitfähigkeitsänderung an der Meßzelle  $> 2 < 4$  sec, dann Totzeit = kurz.

Wenn Zeit zwischen Dosiervorgang und erster Leitfähigkeitsänderung an der Meßzelle  $< 2$  sec, dann Totzeit = sehr kurz.

Abbruch des Lernprozesses und Fehlermeldung bei Totzeit  $> 15$  sec, da Regelprozeß nicht mehr beherrschbar.

**Regel 2: Ausgleichsgeschwindigkeit MV**

Wenn Zeit zwischen erster Leitfähigkeitsänderung und Auftreten des letzten Maximums  $< 2$  sec, dann Ausgleichsgeschwindigkeit = sehr hoch.

Wenn Zeit zwischen erster Leitfähigkeitsänderung und Auftreten des letzten Maximums  $> 2$  sec  $< 4$  sec, dann Ausgleichsgeschwindigkeit = hoch.

Wenn Zeit zwischen erster Leitfähigkeitsänderung und Auftreten des letzten Maximums  $> 4$  sec  $< 7$  sec, dann Ausgleichsgeschwindigkeit = mittel.

Wenn Zeit zwischen erster Leitfähigkeitsänderung und Auftreten des letzten Maximums  $> 7$  sec  $< 12$  sec, dann Ausgleichsgeschwindigkeit = niedrig.

Wenn Zeit zwischen erster Leitfähigkeitsänderung und Auftreten des letzten Maximums  $> 12$  sec, dann Ausgleichsgeschwindigkeit = sehr niedrig.

### **Regel 3: Meßwertänderung MD**

Wenn Verhältnis zwischen Maximum und Minimum der Leitfähigkeitsänderung  $> 10 : 1$ , dann Meßwertänderung = sehr schnell.

Wenn Verhältnis zwischen Maximum und Minimum der Leitfähigkeitsänderung  $> 5 : 1 < 10 : 1$ , dann Meßwertänderung = schnell.

Wenn Verhältnis zwischen Maximum und Minimum der Leitfähigkeitsänderung  $> 3 : 1 < 5 : 1$ , dann Meßwertänderung = mittel.

Wenn Verhältnis zwischen Maximum und Minimum der Leitfähigkeitsänderung  $> 1 : 1 < 3 : 1$ , dann Meßwertänderung = langsam.

Wenn Verhältnis zwischen Maximum und Minimum der Leitfähigkeitsänderung  $< 1 : 1$ , dann Meßwertänderung = sehr langsam.

### **Regel 4: Konzentrationsänderung KD**

Wenn Mittelwert der Leitfähigkeitsänderung nach Dosiervorgang  $> 1,5 \times Lf_{alt}$ , dann Konzentrationsänderung = sehr hoch.

Wenn Mittelwert der Leitfähigkeitsänderung nach Dosiervorgang  $> 1,3 \times LF_{alt} < 1,5 \times LF_{alt}$ , dann Konzentrationsänderung = hoch.

Wenn Mittelwert der Leitfähigkeitsänderung nach Dosiervorgang  $> 1,1 \times LF_{alt} < 1,3 \times LF_{alt}$ , dann Konzentrationsänderung = mittel.

Wenn Mittelwert der Leitfähigkeitsänderung nach Dosiervorgang  $> 1,05 \times LF_{alt} < 1,1 \times LF_{alt}$ , dann Konzentrationsänderung = niedrig.

Wenn Mittelwert der Leitfähigkeitsänderung nach Dosiervorgang  $< 1,05 \times LF_{alt}$ , dann Konzentrationsänderung = sehr niedrig.

**Regel 5: Verdünnung durch Wasserzulauf VV**

Wenn Gradient der Leitfähigkeitsänderung nach Vermischung  $> -0,1$  mS/sec, dann Verdünnung = sehr schnell.

Wenn Gradient der Leitfähigkeitsänderung nach Vermischung  $> -0,05$  mS/sec  $< -0,1$  mS/sec, dann Verdünnung = schnell.

Wenn Gradient der Leitfähigkeitsänderung nach Vermischung  $> -0,03$  mS/sec  $< -0,05$  mS/sec, dann Verdünnung = mittel.

Wenn Gradient der Leitfähigkeitsänderung nach Vermischung  $> -0,01$  mS/sec  $< -0,03$  mS/sec, dann Verdünnung = langsam.

Wenn Gradient der Leitfähigkeitsänderung nach Vermischung  $< -0,01$  mS/sec, dann Verdünnung = sehr langsam.

**Regel 6: Sollwertabweichung  $\square x$** 

Wenn gleitender Mittelwert aus Leitfähigkeitsmessung  $<$  Proportionalbereich(-), dann Sollwertabweichung = neg. groß.

Wenn gleitender Mittelwert aus Leitfähigkeitsmessung  $<$  Proportionalbereich/2  $>$  Proportionalbereich(-), dann Sollwertabweichung = neg. mittel.

Wenn gleitender Mittelwert aus Leitfähigkeitsmessung = Sollwert  $\pm$  Proportionalbereich/10, dann Sollwertabweichung = null.

Wenn gleitender Mittelwert aus Leitfähigkeitsmessung  $= >$  Proportionalbereich/2  $<$  Proportionalbereich(+), dann Sollwertabweichung = pos. mittel.

Wenn gleitender Mittelwert aus Leitfähigkeitsmessung  $= >$  Proportionalbereich(+), dann Sollwertabweichung = pos. groß.

Die linguistischen Variablen gemäß den Regeln 1 bis 5 werden während der Lernphase ermittelt und gespeichert. Sie bleiben während einer Betriebsphase unverändert. Dagegen wird die Variable gemäß Regel 6 während der Betriebsphase laufend ermittelt



und in Abhängigkeit von ihrem zeitlichen Verlauf wird die Dosiervorrichtung 22 gesteuert. Hierzu wird dem Fuzzy-Regler 29 der Meßwert  $x$  des Meßwertgebers 28 zugeführt, sowie der Sollwert  $x_s$ , auf den die Leitfähigkeit geregelt werden soll. Aus diesen beiden Werten wird die Sollwertabweichung  $\Delta x = x - x_s$  gebildet.

Das Ausgangssignal des Fuzzy-Reglers 29 kann folgende Zustände einnehmen:

- . dauernd ein
- . sehr lang ein
- . lang ein
- . mittel ein
- . kurz ein
- . sehr kurz ein
- . dauernd aus.

Nachfolgend sind einige Fuzzy-Regeln angegeben:

Wenn Totzeit = sehr lang und Sollwertabweichung = neg. mittel, dann Ausgang = mittel ein.

Wenn Totzeit = lang und Sollwertabweichung = neg. mittel, dann Ausgang = lang ein.

Wenn Totzeit = mittel und Sollwertabweichung = neg. mittel, dann Ausgang = lang ein.

Wenn Totzeit = kurz und Sollwertabweichung = neg. mittel, dann Ausgang = sehr lang ein.

Wenn Totzeit = sehr kurz und Sollwertabweichung = neg. mittel, dann Ausgang = dauernd ein.

Daraus folgt, daß je kürzer die Totzeit ist um so länger die Dosierung gewählt werden kann, weil die Konzentrationsänderung sofort erfaßt wird.

Wenn Verdünnung = sehr schnell und Sollwertabweichung = neg. mittel, dann Ausgang = dauernd ein.

Wenn Verdünnung = schnell und Sollwertabweichung = neg. mittel, dann Ausgang = sehr lang ein.

Wenn Verdünnung = mittel und Sollwertabweichung = neg. mittel, dann Ausgang = lang ein.

Wenn Verdünnung = langsam und Sollwertabweichung = neg. mittel, dann Ausgang = mittel ein.

Wenn Verdünnung = sehr langsam und Sollwertabweichung = neg. mittel, dann Ausgang = kurz ein.

Aus der vorstehenden Regel folgt, daß die Verdünnungsgeschwindigkeit die Dauer der Dosierung bei gleicher Regelabweichung beeinflusst. D.h. je höher die Verdünnungsgeschwindigkeit, um so mehr muß dosiert werden.

Durch Verknüpfung sämtlicher angegebener Fuzzy-Variabler, die in den Regeln 1 bis 5 angegeben sind, kann eine sehr hohe Regelgenauigkeit erreicht werden.

Wenn während einer Betriebsphase ermittelt wird, daß die Sollwertabweichung  $\Delta x$  über eine vorgegebene Mindestzeit einen Grenzwert übersteigt, wird angenommen, daß die zuvor in der Lernphase ermittelten Einflußgrößen nicht mehr stimmen und es wird eine neue Lernphase durchgeführt, bei der eine neue Antwort auf einen Dosierimpuls I ermittelt wird.

In Figur 2 wurde angenommen, daß der Anfangswert  $x_A$  gleich oder annähernd Null ist. Dies ist dann nicht der Fall, wenn in dem Reinigungstank bereits eine gewisse Konzentration an Reiniger vorhanden ist. In Abhängigkeit von der Anfangskonzentration kann eine unterschiedliche Bewertung der Einflußgrößen-Meßwertänderung und/oder Ausgleichsgeschwindigkeit erforderlich sein, was durch Multiplizierung mit einem entsprechenden Faktor erfolgen kann.

Bei dem Ausführungsbeispiel von Figur 4 enthält die Dosiervorrichtung 22a eine Pumpe 30, die flüssigen Reiniger aus einem Flüssigkeitsbehälter 31 in die Dosierleitung 23 pumpt. In diesem Fall steuert der Regler 29 die Pumpe 30, in dem er diese entweder einschaltet oder ausschaltet.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Dosierverfahren zum Zuführen eines Reinigers zu einer Geschirrspülmaschine, die aufweist: mindestens einen Reinigungstank (12), einen im Reinigungstank angeordneten Leitfähigkeits-Meßwertgeber (28), eine Sprühvorrichtung (19) mit Rückführung des versprühten Wassers in den Reinigungstank (12) sowie eine den Reiniger in den Reinigungstank (12) eingebenden Dosiervorrichtung (22),

dadurch gekennzeichnet,

daß in einer Lernphase kontinuierlich über einen vorbestimmten Zeitraum Reiniger in den Reinigungstank (12) zudosiert und die sich daraus ergebende Antwort des zeitlichen Verlaufs der Leitfähigkeit ermittelt wird, daß aus der Antwort charakteristische Einflußgrößen ( $T_t, MV, MD, KV, VV$ ) der Regelstrecke gewonnen werden, daß für eine nachfolgende Betriebsphase ein Sollwert ( $x_s$ ) der Leitfähigkeit eingestellt wird und daß in der Betriebsphase die Sollwertabweichung ( $\Delta x$ ) der gemessenen Leitfähigkeit ermittelt wird und die Dosierung mit einer Fuzzy-Regelung in Abhängigkeit von der Sollwertabweichung ( $\Delta x$ ) auf der Basis der ermittelten Einflußgrößen als Fuzzy-Variable erfolgt.

2. Dosierverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die aus der Antwort gewonnenen Einflußgrößen der Regelstrecke mindestens die Totzeit ( $T_t$ ), die Konzentrationsänderung (KD) zwischen Anfangswert (A) und letztem Maximum (D) der Antwort sowie die Ausgleichsgeschwindigkeit (MV) und/oder die Meß-

wertänderung (MD) zwischen Maximum und Minimum der Leitfähigkeit umfassen.

3. Dosierverfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die aus der Antwort gewonnenen Einflußgrößen der Regelstrecke die durch Wasserzufluß verursachte Verdünnungsgeschwindigkeit (VV) nach dem letzten Maximum (D) umfassen.
4. Dosierverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine neue Lernphase dann durchgeführt wird, wenn die Sollwertabweichung ( $\square x$ ) über eine vorgegebene Mindestzeit einen Grenzwert übersteigt.
5. Dosierverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zu Beginn der Lernphase der Meßwert (x) der Leitfähigkeit gemessen und in Abhängigkeit davon die Einflußgröße-Meßwertänderung und/oder die Ausgleichsgeschwindigkeit und/oder Konzentrationsänderung bewertet wird.

- 1 / 3 -

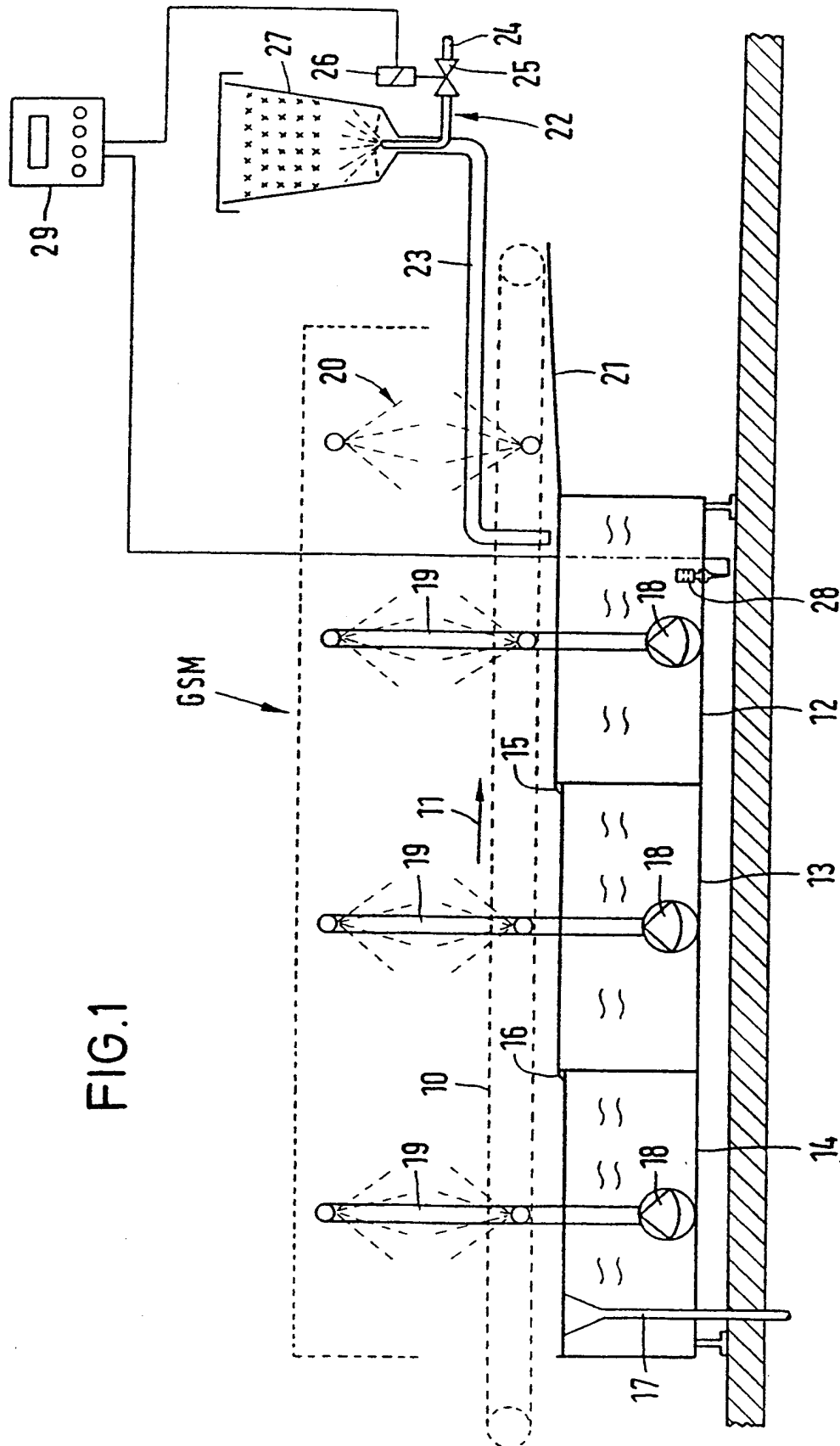
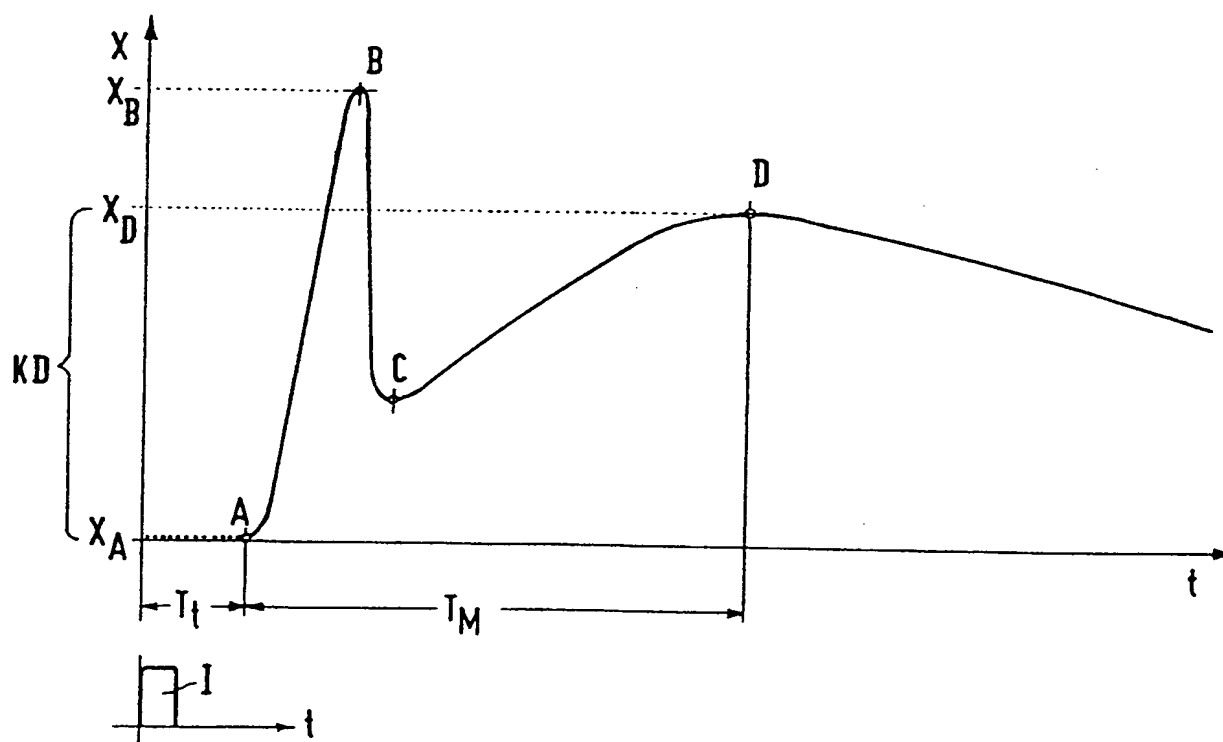


FIG.1

- 2 / 3 -

FIG.2



- 3 / 3 -

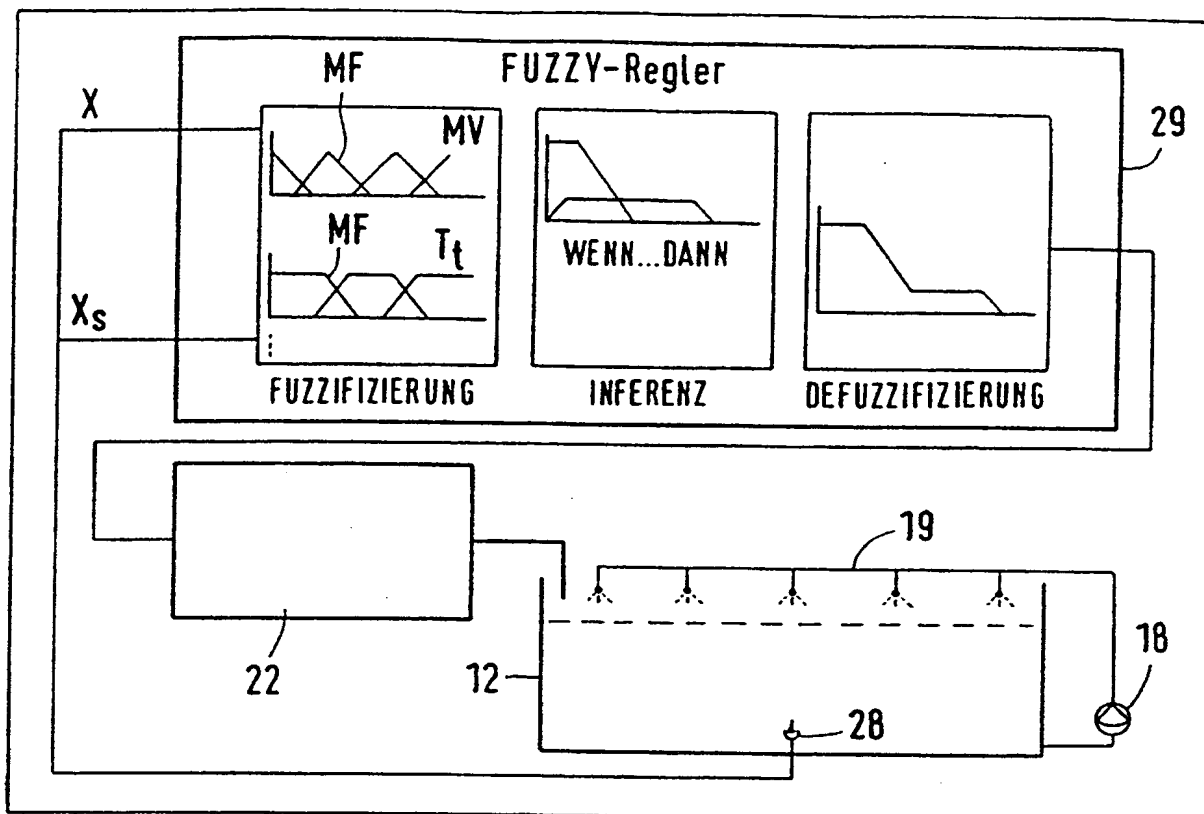


FIG. 3

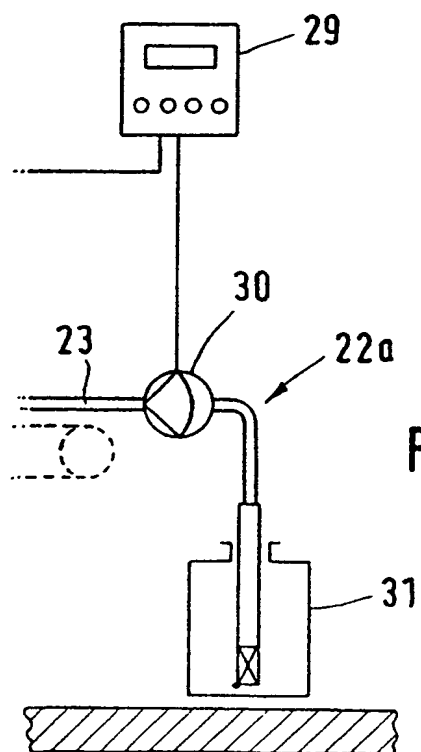


FIG. 4